

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS

CARRERA DE BIOLOGIA



**ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA PARA CONSUMO
HUMANO DEL
EJIDO HEROES DE LA INDEPENDENCIA, B. C.**

**MEMORIA DE SERVICIO SOCIAL QUE COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE**

B I O L O G O

PRESENTA

JULIO ARPIZA CORNELIO

ENSENADA, B. C.

ABRIL DE 1987

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS
CARRERA DE BIOLOGIA

ANALISIS BACTERIOLOGICO DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL
EJIDO HEROES DE LA INDEPENDENCIA

MEMORIA DE SERVICIO SOCIAL

QUE PRESENTA:

JULIO ARPIZA CORNELIO

APROBADO POR:



QUIM. ALEJANDRO MARTINEZ RUIZ
PRESIDENTE



Q.F.B. BLANCA ARELLANO GARCIA
PRIMER VOCAL



Q.B.P. JOSE R. AGUIRRE A.
SEGUNDO VOCAL



OC. MARIA VICTORIA OROZCO B.
TERCER VOCAL



QUIM. IRMA RIVERA GARIBALDI
SECRETARIO

DEDICATORIA:

A mis padres, PABLO y CATALINA, a quienes les agradezco el haberme dado mi ser, en especial a mi madre, quien se esforzó y supo conducirme con todos sus consejos que en el pasado me dió, y quien, debido a la distancia que me separa de ella, no ha podido compartir mis momentos de alegría.

A mis hermanos, TIMOTEA, MARTIN, FERNANDO, ALEJANDRA y MARIA DEL ROCIO, quienes supieron soportarme durante el transcurso de mis estudios primarios y secundarios, y con quienes compartí momentos difíciles de la niñez.

A la memoria de quien compartió mis desvelos y me brindó siempre respaldo, cariño y comprensión, mi esposa, MARIA EUGENIA, quien a temprana edad el destino la separó de mi lado.

A mis hijos, JULIO CESAR y LAURITA, por quienes me seguire esforzando y a quienes orientaré, formaré y respaldaré para que sean individuos útiles a la sociedad.

A mi tío, MARTIN CORNELIO PEREZ, de quien he recibido apoyo y comprensión en todos los aspectos, desde mi llegada hasta mi establecimiento a este Estado de Baja California.

AGRADECIMIENTOS:

A los maestros directores de mi trabajo, Q.U.M. ALEJANDRO MARTINEZ RUIZ y a su esposa Q.F.B. BLANCA ARELLANO GARCIA, de quien recibí siempre ayuda y respaldo profesional para concluir satisfactoriamente este trabajo, y de quienes espero se sientan satisfechos al ver coronados sus esfuerzos.

Al maestro Q.F.B. MIGUEL CARRILLO MENDIVIL, ya que con su ayuda y aceptación realicé mi servicio social.

A los maestros de la Escuela Superior de Ciencias Biológicas, hoy Escuela Superior de Ciencias, principalmente a todos aquellos que fueron mis maestros, y otros que de una u otra forma me escucharon y asesoraron pacientemente orientandome así en mi formación profesional.

A todos mis compañeros de trabajo, sobre todo a aquellos que me brindaron su apoyo en diferentes formas para el logro de este objetivo.

CONTENIDO

	Pág.
INDICE GENERAL	III
INDICE DE FIGURAS	V
INDICE DE TABLAS	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
CAPITULO I	
Introducción	1
CAPITULO II	
Antecedentes	4
CAPITULO III	
Objetivos	6
CAPITULO IV	
Area de estudio	7
Topografía	7
Geología	7
Hidrología	8
Flora	9
Fauna	9
Características de las fuentes	9
CAPITULO V	
Metodología	20
CAPITULO VI	
Resultados	28
CAPITULO VII	
Análisis de resultados	45
CAPITULO VIII	
Conclusiones	48

	Pág.
CAPITULO IX	
Sugerencias	50
CAPITULO X	
Literatura citada	52

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Fuente I	14
Figura 2 Fuente II	15
Figura 3 Fuente III	16
Figura 4 Fuente IV	17
Figura 5 Fuente V	18
Figura 6 Mapa de la zona urbana del Ejido Héroes de la Independencia	19
Figura 7 Diagrama de flujo	25
Figura 8 Concentración promedio de coliformes totales y fecales por fuente	38
Figura 9 Concentración promedio mensual de coliformes totales y fecales	39
Figura 10 Concentración de coliformes totales y fecales, fuente I.	40
Figura 11 Concentración de coliformes totales y fecales, fuente II.	41
Figura 12 Concentración de coliformes totales y fecales, fuente III	42
Figura 13 Concentración de coliformes totales y fecales, fuente IV.	43
Figura 14 Concentración de coliformes totales y fecales, fuente V..	44

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla I Combinación de tubos positivos	32
Tabla II Concentración de coliformes totales y fecales	33
Tabla III Relación estadística de coliformes totales y fecales con la temperatura y pH	35
Tabla IV Concentración de bacterias coliformes totales y fecales .	36
Tabla V Géneros y/o especies bacterianas	37

RESUMEN:

Este informe es producto del trabajo realizado del 12 de noviembre de 1984 al 30 de octubre de 1986, en el Ejido Héroes de la Independencia, en donde cumplí el Servicio Social registrado del 12 de noviembre de 1984 al 28 de febrero de 1986. Durante este período se efectuó el muestreo, el análisis bacteriológico, la determinación de la temperatura y pH de cuatro pozos a cielo abierto y un afloramiento natural, de los cuales la comunidad obtiene agua para consumo doméstico. Se analizaron cinco muestras mensuales, una por fuente, durante nueve meses. A cada muestra se aplicó el Método de Tubos Múltiples de Fermentación, esto es, las pruebas, Presuntiva, Confirmativa y Complementaria. A partir de la prueba Confirmativa se determinó el Índice del Número Más Probable; mientras que a partir de la prueba Complementaria se determinó, mediante el Sistema Enterotubo II o de cultivo múltiple, el tipo de bacterias presentes en las muestras de agua; además la determinación de colonias bacterianas típicas y/o atípicas; así como también la aplicación de la Técnica de Gram mediante la que se determinó el carácter Gramnegativo y la morfología bacteriana. Se encontró que el agua está contaminada por *Escherichia coli* y otras bacterias coliformes, principalmente por especies correspondientes a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Arizona*, *Edwardsiella* y *Serratia*.

SUMMARY:

This report corresponds to the work performed from November 12, 1984 to October 30, 1986, in Ejido Heroes de la Independencia, where I did my Social Service registered from November 12, 1984 to February 28, 1986. During this period, water samples were taken to do bacteriological analysis, PH levels and temperatures determination for the 4 wells and a natural spring water that provide the community with water for domestic consumption. Five monthly samples per source were studied during nine consecutive months. Each sample was analyzed using the multiple tubes of fermentation; that is, the Presumptive, Confirmative and Complementary tests were performed. From the results of the Confirmative test, the most probable index (number) was determined. The kind of bacteria in the water samples was determined from the Complementary test using the Enterotube II or multiple culture. It was also used to determine the tipic and/or atipic bacteria colonies. The Gram Technique was applied to determine the Gram-negative character and the bacterium morphology. It was found that the water was polluted by *Escherichia coli* and other coliform bacteria, mainly by species corresponding to the genders *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Arizona*, *Edwardsiella* and *Serratia*.

CAPITULO I

INTRODUCCION:

El agua que está totalmente vinculada a nuestra tierra, es algo tan común para nosotros que rara vez pensamos en ella. Sin embargo, el agua tiene una importancia fundamental para la vida, de tal forma que es para la misma una limitante. De ahí la necesidad de su profundo conocimiento. Su ciclo en la naturaleza ofrece recursos que considerados en su conjunto, son suficientes para satisfacer las necesidades de la humanidad, en progresivo desarrollo. Pero no lo son, cuando advertimos que la capacidad aprovechable de los mismos se ve notablemente disminuida como resultado de las diversas actividades humanas.

Los usos del agua son diversos, por eso el hombre se ve obligado a abastecerse de ella de todos los medios posibles como; ríos, lagos, manantiales y corrientes subterráneas. Sin embargo para poder emplearla, necesita tratarla de tal manera que quede libre de impurezas que puedan alterar su salud. Si a ésta reflexión se añade el aumento de la creciente demanda del agua y a su escasez en determinadas áreas, se concibe fácilmente que aumente la preocupación por la insuficiencia de nuestros recursos hídricos para el abastecimiento humano.

La contaminación del agua, independientemente de la carga de microorganismos que contenga, puede consistir de materiales inertes en suspensión, orgánicos e inorgánicos, que por su propia naturaleza proporcionan al agua una calidad inaceptable para ser ingerida por el hombre.

"Actualmente no existe un concepto científico de contaminación, en realidad, es un concepto más bien legal, y se refiere a lo que hace que un medio determinado, generalmente fluido, como el agua, se considere

ya inapropiado para determinado uso" (Margalef, 1980).

De acuerdo a una serie de conceptos legales, el agua debe reunir condiciones imprescindibles para poder ser utilizada para bebida (Guinea, et al, 1979), tales como pH, olor, sabor y microorganismos, bacterias principalmente.

Entre las enfermedades que, por su elevada incidencia, tienen en México una particular importancia epidemiológica, se encuentran varias que presentan como síntoma relevante a la diarrea y son conocidas en forma genérica como enfermedades diarreicas, sirviendo comunmente el agua como vehículo de transmisión (Franco, 1984).

El agua para poder ser ingerida por el hombre debe contener los requisitos mínimos en microorganismos, principalmente bacterias (Cabo, et al, 1972).

Generalmente las enfermedades entéricas tienen un común denominador importante, en el sentido de que su transmisión se relaciona con el saneamiento deficiente del abastecimiento de agua y en la eliminación de aguas residuales (Gangarosa, 1976).

La generalidad de las enfermedades diarreicas son causadas por microbios, la mayoría de los cuales se propagan por medio del agua, de los alimentos contaminados, y por las condiciones sanitarias inapropiadas en que suelen vivir amplios grupos de la población (Franco, 1984).

Aún cuando se desconoce el número de personas que enferman anualmente por diarrea, en países como México, se estima que los niños menores de cinco años tienen un promedio de dos a tres ataques por año (op. cit.).

Las enfermedades entéricas en su conjunto constituyen uno de los

mayores problemas de salud pública en México (Gangarosa, 1976).

La inquietud por realizar el análisis bacteriológico surge de la necesidad por contribuir a disminuir las enfermedades diarreicas causadas por la ingestión de agua en condiciones insalubres en la población del Ejido Héroes de la Independencia, asimismo, debido a que en ella:

a.- Se presentan condiciones ambientales de insalubridad que propician y facilitan la entrada de agentes patógenos al organismo, causando enfermedades diarreicas, siendo la población infantil la de mayor susceptibilidad (Observación personal).

b.- No se han llevado a cabo estudios bacteriológicos del agua para consumo humano por ninguna de las instituciones implicadas en el problema (Observación personal).

c.- El agua utilizada como bebida, es aquella que se extrae de cuatro pozos a cielo abierto y un afloramiento natural (Observación personal).

d.- La ingestión de agua en condiciones sanitarias inadecuadas ha incidido principalmente en la población infantil menor de un año y entre uno y cuatro años (Centro de Salud "A", 1984).

La información obtenida de esta actividad se utilizó para la elaboración de Memoria de Servicio Social.

CAPITULO II

ANTECEDENTES:

Para que el agua pueda ser ingerida por el hombre debe ser potable o sea, una agua limpia, inodora, e insípida y sin microorganismos nocivos (Cabo, et al, 1972).

Las enfermedades entéricas son de suma importancia por su gran morbilidad y por ser una de las causas de más alta mortalidad en nuestro medio, sobre todo durante la infancia (S.S.A., 1972).

Las enfermedades diarreicas se encuentran sumamente difundidas en los países en desarrollo, donde causan una morbilidad y una mortalidad considerables, especialmente entre los lactantes y los niños de corta edad; se transmiten principalmente por contaminación de los alimentos y del agua con las heces humanas (O.M.S., 1984).

En los casos de las infecciones intestinales humanas, el agente etiológico penetra al aparato digestivo, principalmente con el agua ingerida y se propaga por medio de las evacuaciones intestinales al medio, transmitiéndose por lo general de una persona a otra, sirviendo como intermediario el agua (Cabo, et al, 1972), y los alimentos.

En muchos países, cuando una madre da a luz hay grandes probabilidades de que el niño muera antes de cumplir su primer año de vida. Las tasas de mortalidad pueden llegar a 220 defunciones por 1,000 nacidos vivos. Por lo menos el 25% de esas defunciones se deben a las enfermedades diarreicas (O.M.S., 1984).

En relación con la mortalidad infantil, encontramos en México que, una de cada cuatro defunciones antes del primer año de vida, se deben a la diarrea, y una de cada cinco, cuando la edad considerada fluctúa en-

tre uno y cuatro años (S.S.A., 1972).

Las enfermedades diarreicas como causa de muerte en el país han venido ocupando el primero y segundo lugar hasta antes de 1976 (Crevenna, 1983).

En 1977 la tasa de incidencia de enfermedades diarreicas en México fué de 569,519 casos, lo cual corresponde a una tasa de 881.7 por 100,000 habitantes (O.M.S., 1979).

Las enfermedades diarreicas constituyeron en los años de 1978 a 1979, una de las diez causas más frecuentes de mortalidad en México con tasa de 60%. La mayor incidencia fué en la población infantil (menores de un año) con tasa de 861.6 por 100,000 nacidos vivos registrados y en la población pre-escolar (de uno a cuatro años) con tasa de 83.8 por 100,000 nacidos vivos (S.S.A., 1984).

En el Municipio de Ensenada las enfermedades diarreicas ocasionaron dentro de los últimos cinco años 15,394 casos, lo que significa un promedio anual de 3,079 casos (Centro de Salud "A", 1984), representando, esto, una tasa anual del 2% con respecto a una población total de 185,473 habitantes.

En la comunidad del Ejido Héroes de la Independencia uno de los problemas de salud, ha sido la diarrea, debida probablemente, al consumo de agua en condiciones insalubres, presentándose de 1976 a 1984 un total de 626 casos, significando ésto un promedio anual de 69 casos, dentro de los últimos nueve años (op. cit.), considerado el 11% anual en relación a una población establecida de 626 habitantes.

CAPITULO III

OBJETIVOS:

A).- Generales:

Determinar la condición sanitaria bacteriológica del agua y consecuentemente su aceptabilidad para el consumo humano.

B).- Particulares:

Cuantificar organismos coliformes, mediante el análisis bacteriológico de agua contenida en cuatro pozos a cielo abierto y un afloramiento natural.

Analizar e interpretar los datos obtenidos para el planteamiento de alternativas de solución al problema.

CAPITULO IV

AREA DE ESTUDIO:

El Ejido Héroes de la Independencia se encuentra en el Estado de Baja California; forma parte del Municipio de Ensenada; corresponde a la Delegación del Alamo; cuenta con una población establecida de 626 habitantes. Se localiza a 92 kilómetros de Ensenada por la carretera a San Felipe, esto es, en las coordenadas $31^{\circ} 36' 50''$ de Latitud Norte y $115^{\circ} 53' 3''$ de Longitud Oeste. Colinda al Norte con el Ejido 18 de Marzo y El Llano Colorado; al Sur con el Rancho San Pablo, Los Pocitos y Rancho El Rincon; al Este con la Reserva Indígena de Santa Catarina; y al Oeste con el Rancho San Salvador y la Loma Colorada (León, 1984).

El análisis de las muestras se realizó en el laboratorio de microbiología de la Escuela Superior de Ciencias de la U.A.B.C.

TOPOGRAFIA:

Topográficamente la comunidad de referencia se encuentra enclavada en un valle, en su mayor extensión no accidentado, en cuya superficie predomina arena de grano grueso (CETENAL, 1977).

GEOLOGIA:

La zona que sirve de aportación de agua a los pozos para abastecimiento de agua potable al Ejido Héroes de la Independencia esta constituida fundamentalmente por tres tipos de roca (op. cit.):

- 1.- Rocas ígneas intrusivas ácidas que caracterizan a una granodiorita que cubre casi la totalidad de la zona de estudio.
- 2.- Se tienen depósitos sedimentarios constituidos principalmente

por aluviones, conglomerados y areniscas, considerados los más importantes para almacenar aguas subterráneas ya que corresponden a depósitos permeables, en éste tipo de suelo es donde se encuentran localizados los pozos de agua analizada que abastecen al poblado.

3.- En la parte alta de la zona de influencia de la pequeña cuenca, se localizan rocas metamórficas de segundo grado, representadas por Gneiss. También se tienen algunos remanentes de rocas extrusivas tipo riolita y basalto.

HIDROLOGIA:

Los principales arroyos que existen en la zona de estudio son: El Tentuche, que es el que abastece a las perforaciones que existen para agua potable, es de característica intermitente, con un desarrollo de aproximadamente dos kilómetros cuadrados. Otros de mayor desarrollo y amplitud (de tres a cuatro veces más que El Tentuche), son el llamado Cañada Las Codornices y El Piñonal que se juntan a dos kilómetros aproximadamente antes de llegar al poblado, y pasan al sur de la localidad donde se juntan con El Tentuche (op. cit.).

Las corrientes de agua subterránea que abastecen a la población de la comunidad mencionada proceden de la Sierra de Juárez y forman una cuenca en el lugar donde se encuentra asentada la población del Ejido Héroes de la Independencia. Las corrientes de tales arroyos siguen una dirección Noroeste-Suroeste, ambos descienden desde una altura de más de 1,300 metros sobre el nivel del mar a una de 1,600 a 1,500 metros sobre el nivel del mar, altura esta última, a la que se encuentra el centro de población en cuestión, continuando así su cauce (op. cit.).

FLORA:

La flora característica de esta región está constituida principalmente por chaparral con predominio de las comúnmente conocidas como huata o enebro, jojoba y chamizo; asimismo encontramos árboles como el mezquite.

FAUNA:

La zona de estudio presenta una fauna caracterizada fundamentalmente, por la presencia de diferentes tipos de roedores, entre los cuales encontramos ardilla, ratón y topo; además lagomorfos como liebre y conejo; así como también otro tipo de animales silvestres tales como coyote, gato montés, venado y víbora de cascabel; asimismo algunos tipos de insectos de hábitos nocturnos propios de la región tales como cucaracha y palomilla.

CARACTERISTICAS DE LAS FUENTES DE AGUA:

FUENTE I (Fig. 1):

- Ubicada en un predio deshabitado.
- Tres metros y medio de profundidad.
- Boca provista de una base de concreto.
- Boca desprovista de tapa.
- Periféricamente desprovista de vegetación.
- A un lado se encuentra un depósito de agua utilizada para el lavado de ropa.
- Está provista de una polea para la extracción de agua por medio de un recipiente de plástico.
- Está provista, además, de una bomba de dos pulgadas para la extrac-

ción de agua con la que se abastece a la escuela primaria del poblado, asimismo una toma de agua mediante la cual el poblado se abastece de agua los días en que dicha bomba funciona.

- Los domicilios periféricos presentan letrinas sanitarias en condiciones inadecuadas.

FUENTE II (Fig. 2):

- Ubicada en el predio propiedad de la familia Enríquez Gutierrez.
- Ocho metros de profundidad.
- Boca provista de una base de concreto.
- Boca provista de una tapa de madera.
- Periféricamente provista de vegetación a partir de los veinte metros.
- Provista de una polea mediante la cual se extrae agua con un recipiente de plástico.
- De ella se abastece la familia mencionada y parte de la población.
- Aun lado se encuentra una letrina sanitaria.

FUENTE III (Fig. 3):

- Ubicada en el predio propiedad de la familia Ayala.
- Diez y nueve metros de profundidad.
- Boca provista de una base de concreto.
- Boca cubierta parcialmente con una tapa de madera.
- Periféricamente desprovista de vegetación.
- Provista de una polea con la cual se extrae agua mediante un recipiente de plástico.

- De ella se abastece la familia mencionada y parte de la población.
- Al lado se localiza una letrina sanitaria y a treinta metros un criadero de cerdos.

FUENTE IV (Fig. 4):

- Ubicada en el predio deshabitado propiedad de la familia Serrano.
- Veintiún metros de profundidad.
- Boca provista de una base de concreto.
- Boca cubierta con una tapa de madera.
- Periféricamente desprovista de vegetación.
- Provista de una polea mediante la cual se extrae agua a través de un recipiente de plástico.
- De ella se abastece parte de la población.
- Las familias ubicadas periféricamente presentan letrinas sanitarias en condiciones impropias.
- A veinte metros se localiza un criadero de cerdos, de cabras y un gallinero.

FUENTE V (Fig. 5):

- Localizado a ochenta kilometros de Ensenada, carretera Ensenada a San Felipe.
- Es un afloramiento natural del que fluye agua de forma constante.
- Periféricamente provista de vegetación.
- Su condición natural permite que las condiciones metereológicas adversas, tales como las precipitaciones fluviales, de forma constante la modifiquen, motivo por el cual los usuarios mismos de manera permanente la reacondicionen para la toma y consumo de este líquido.

- Su reacondicionamiento es con mangueras de plástico y otros objetos que sirven para conducir el agua que se deposita en recipientes de los usuarios.
- Abastece a algunos vecinos de la población en cuestión y a viajeros que van de paso hacia San Felipe o Ensenada; además, también de ella se proveen de agua algunos animales silvestres, principalmente los roedores y lagomorfos antes mencionados.
- Periféricamente se encuentran de forma permanente animales domésticos libres, fundamentalmente ganado vacuno y caballar.

La descripción anterior es el resultado de la observación que se realizó de cada una de las fuentes de agua sometidas al análisis de laboratorio, esto fué con el propósito de conocer la situación real medio-ambiental en que se encuentra cada fuente.

Aunada a la anterior actividad, se realizaron visitas domiciliarias con el propósito de conocer las condiciones medio-ambientales sanitarias y de vivienda en que viven los vecinos de esta localidad, encontrando que:

- 1.- El número promedio de miembros por familia es de cinco.
- 2.- El número de piezas por vivienda es generalmente de dos, cada hogar familiar presenta condiciones sanitarias inadecuadas. Una higiene personal y familiar deficiente, así como también una preservación y consumo del agua sanitariamente impropia. Lo anterior es debido a que carecen de orientación y asesoría técnica, así como del recurso económico propio para subsanar tal deficiencia.
- 3.- La situación económica es deficiente, debido a la falta de em-

pleo y al trabajo temporal.

4.- La familia presenta un bajo nivel educacional, debido a la falta de instituciones educativas accesibles a ellos y a la falta de recursos económicos que les permitan trasladarse y mantenerse en lugares alejados de su comunidad.

5.- La familia presenta un bajo nivel nutricional debido a la falta de ingresos económicos estables y las distancias que deben de recorrer para abastecerse de alimentos.

6.- Algunos domicilios cuentan con corrales para la cría de animales domésticos, tales como cerdos, cabras, gallinas y en pequeña proporción ganado vacuno y caballar.

7.- Los principales animales silvestres que se encuentran en esta zona son: roedores, como ratón y ardilla; lagomorfos, como conejo y liebre; además, algunos tipos de insectos de hábitos nocturnos propios de la region, tales como cucaracha y palomilla; así como también víbora de cascabel.

Se presenta en la figura 6 el plano de la zona urbana correspondiente Ejido Héroes de la Independencia, en el se indica, con su respectivo número, la ubicación de las fuentes de agua muestreadas. Es necesario señalar que la fuente V no se encuentra indicada, éste, por no encontrarse dentro de la zona urbana, más sin embargo, en la página 11 se da a conocer su localización.

FIGURA 1.

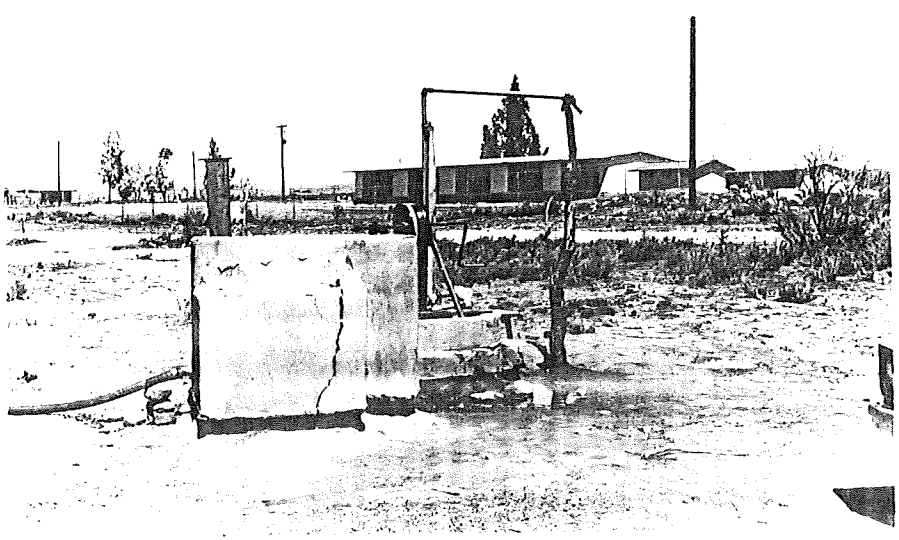
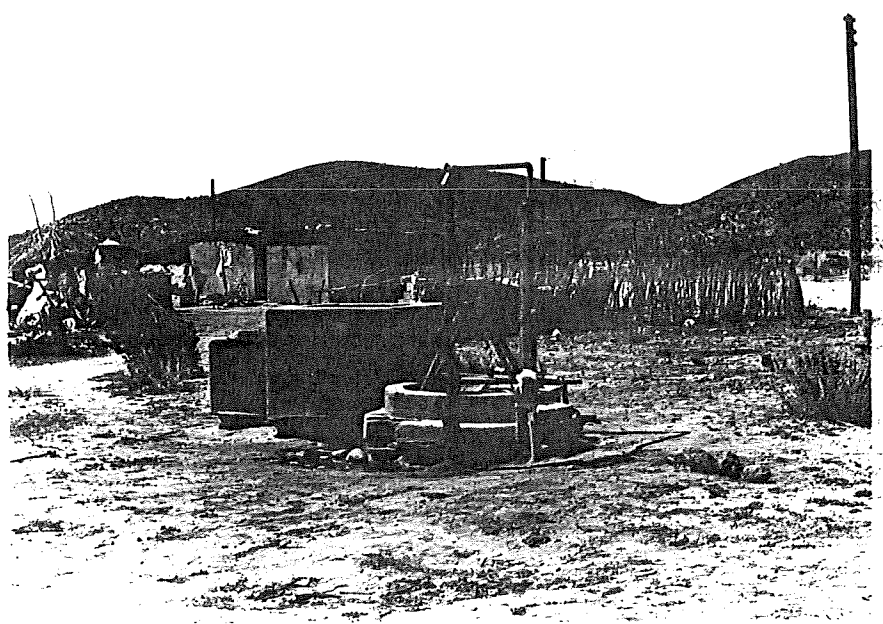


FIGURA 2.

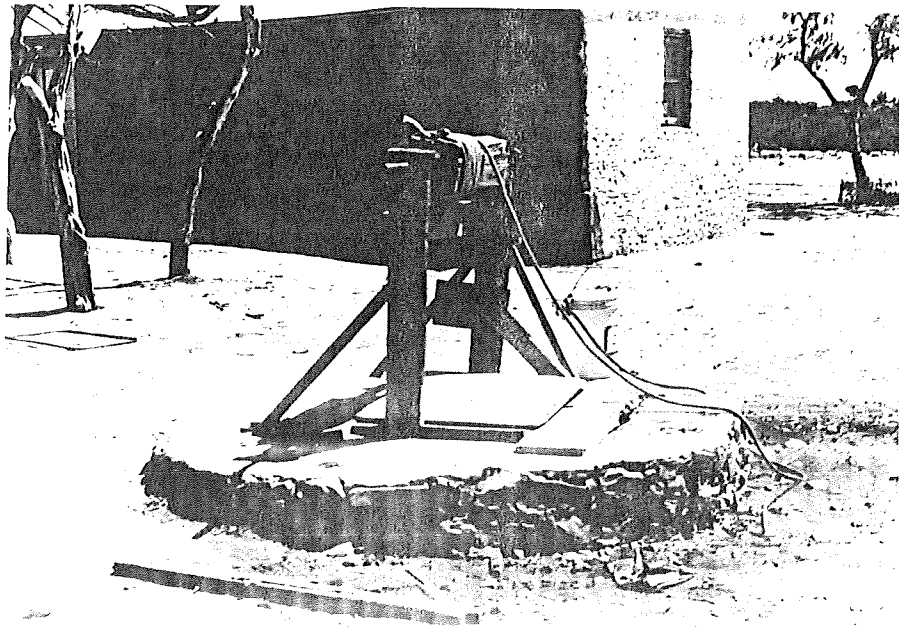


FIGURA 3.

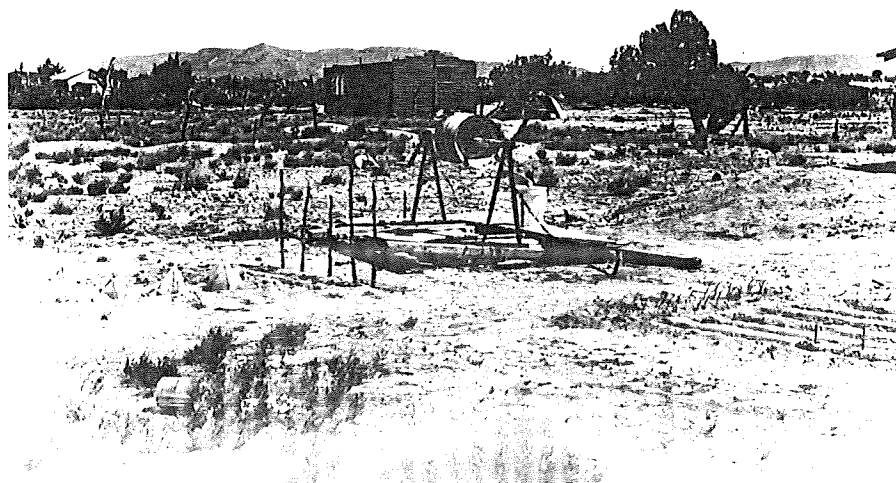
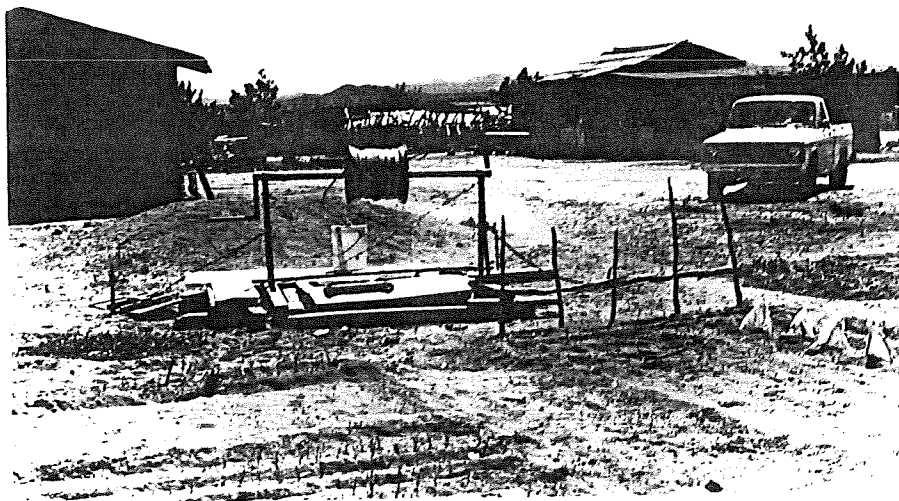


FIGURA 4.

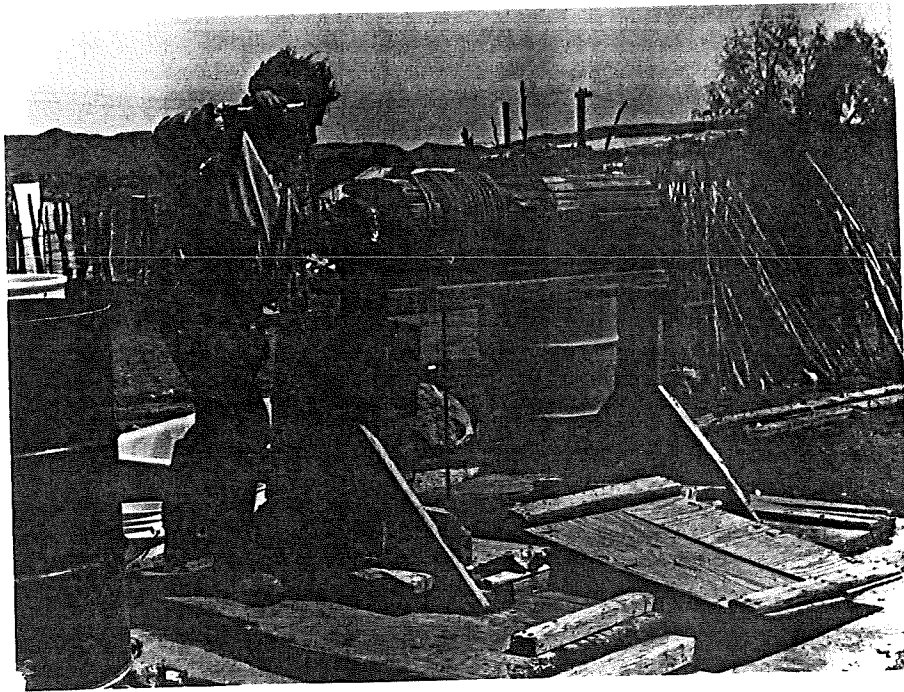
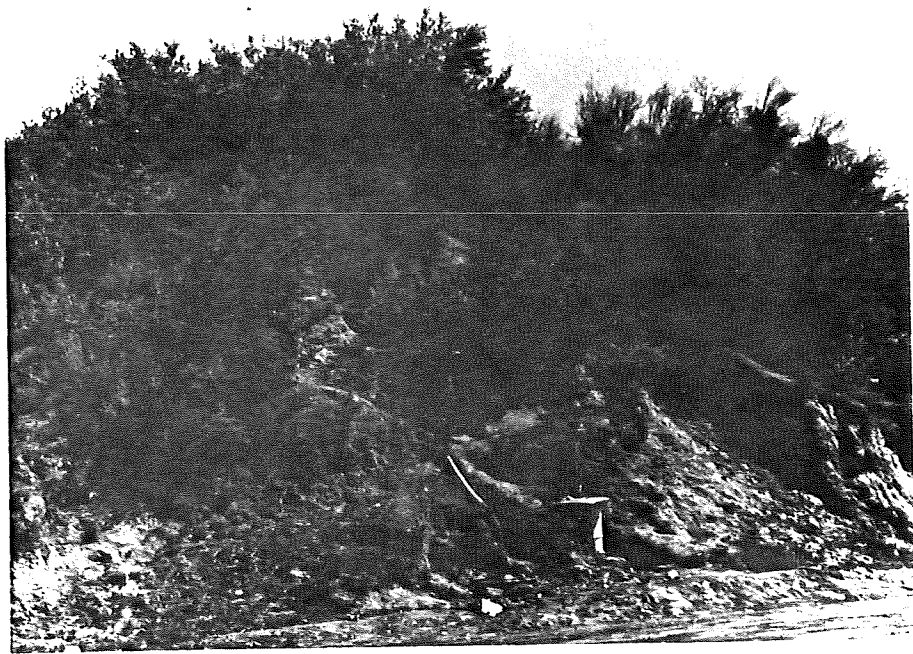


FIGURA 5.



CAPITULO V

METODOLOGIA:

Se recogieron cinco muestras de agua problema, durante nueve meses, de cada uno de cuatro pozos a cielo abierto y un afloramiento natural, de los cuales la población en cuestión se abastece de agua para consumo humano y usos domésticos. Cada cinco muestras de agua problema, correspondientes a cada fuente, se sometieron a un proceso aleatorio obteniéndose así la muestra de agua a analizar.

Considerando que los organismos coliformes tienen como hábitat natural el tracto intestinal del hombre y otros animales de sangre caliente, y cuyas características fisiológicas que los definen son su potente metabolismo fermentativo de los azúcares (lactosa y glucosa) formando ácido (láctico, fórmico y acético) con gas (CO_2) visible y su carácter facultativo aeróbico (Guinea, et al, 1979), el análisis bacteriológico se realizó utilizando tubos múltiples de fermentación con el método del número más probable (NMP) y la identificación de bacterias a través de pruebas bioquímicas (Rand, et al, 1971), ambas técnicas se describen a continuación.

Una vez obtenida y seleccionada la muestra de agua problema, la utilización de los tubos múltiples de fermentación consistió en la aplicación de tres pruebas, a saber, Presuntiva, Confirmativa y de Confirmación final (Fig. 7).

La prueba presuntiva se efectuó utilizando, como medio de cultivo, el caldo lactosado para determinar organismos coliformes productores de gas en general, para esto, se utilizaron veinte tubos de ensaye, cinco de ellos conteniendo 10 ml de caldo lactosado doble concentrado, y los restantes quince tubos 10 ml del mismo medio de cultivo pero de concentración sencilla. En cada tubo con caldo lactosado doble concentrado se deposita-

ron 10 ml de la muestra de agua problema, y 1 ml de la misma agua en cinco tubos de ensaye con caldo lactosado de concentración sencilla, posteriormente, en solución salina 0.9% se hicieron diluciones de la misma muestra de agua problema, para tener diluciones finales de 1:100 y 1:1000, cada una en series de cinco tubos conteniendo cada uno 10 ml de caldo lactosado de concentración sencilla. Totalizando así el número de tubos mencionados. Finalmente, estos veinte tubos de ensaye con muestras de agua problema a diluciones diferentes se incubaron a 35°C por 24 o 48 horas. Los tubos que presentaron gas al final de este tiempo fueron indicadores de una prueba presuntiva positiva, asimismo fueron los que se utilizaron para efectuar la prueba confirmativa, esto es, para confirmar tal presunción.

La prueba confirmativa se llevó a cabo, mediante resiembras en tubos conteniendo como medio de cultivo caldo bilis verde brillante y caldo E C, apartir de los tubos con caldo lactosado que presentaron gas al final de 24 o 48 horas incubados a 35°C, finalmente los tubos resembrados conteniendo caldo bilis verde brillante se incubaron a 35°C por 24 o 48 horas, y los tubos con caldo E C se incubaron a 44°C por 24 horas. Los tubos que presentaron gas al final de este tiempo indicaron una prueba confirmativa positiva, asimismo fueron considerados para determinar el NMP de organismos coliformes, localizado en tablas previamente establecidas.

La producción de gas fué evidenciada por la presencia de pequeñas burbujas de aire en el interior de los tubos tipo Durham ubicados de forma invertida en el interior de cada tubo de ensaye utilizado en cada prueba.

La prueba de confirmación final se ejecutó utilizando, como medio de cultivo, agar eosina azul de metileno en cajas petri en las cuales se realizaron resiembras apartir de los tubos con caldo bilis verde brillante

que presentaron gas al final de 24 o 48 horas incubados a 35°C, las cajas petri una vez resemebradas se incubaron a 35°C por 24 horas. El desarrollo de colonias bacterianas en las cajas petri con agar eosina azul de metileno, esto es, colonias típicas (nucleadas, con o sin lustre metálico) y atípicas (anucleadas, opacas, mucoides, de color rosa), se utilizaron para la realización de las pruebas bioquímicas.

En la realización de las pruebas bioquímicas se utilizó el sistema de Enterotubos II (Roche diagnostic systems, 1984), esto es, un tubo con múltiples medios de cultivo estériles, para la rápida diferenciación e identificación de bacterias Gramnegativas (Enterobacteriaceae), distribuidos en doce compartimentos, útiles para quince pruebas, a saber, fermentación de glucosa, producción de gas, lisina descarboxilasa, ornitina descarboxilasa, producción de sulfuro de hidrógeno, formación de indol, fermentación de adonitol, fermentación de lactosa, fermentación de arabinosa, fermentación de sorbitol, producción de acetoin (acetilmetilcarbinol), fermentación de dulcitol, formación de ácido píruvico, formación de ureasa y utilización de cítrato.

Procedimiento. Mediante el dispositivo, disponible en el interior del enterotubo, se tomo una colonia bacteriana debidamente aislada, inoculando con esta cada compartimento con medio de cultivo, seguida a ésto se identificó cada enterotubo con la fecha de cultivo y la fuente de agua a la cual pertenecía, posteriormente se incubaron de 35 a 37°C por 18 o 24 horas al final de las cuales se hicieron las anotaciones de los resultados en la forma disponible para tal fin con la ayuda del instructivo correspondiente (op. cit.).

En la ejecución de la prueba del indol se utilizó el reactivo de Ko-

vac's, preparado de la forma siguiente, se disolvieron 5g de p-dimetilaminobenzaldehido en 75 ml de alcohol amflico, posteriormente se añadió lentamente 25 ml de ácido clorhídrico concentrado. El reactivo así preparado se añadió, después de la incubación de 35 a 37°C por 18 o 24 horas, al compartimento correspondiente a la producción de sulfuro de hidrógeno/formación de indol, tres gotas de tal reactivo. Considerando una prueba de indol positiva la formación apartir de un color rosa un color rojo después de la adición del reactivo de Kovac's (op. cit.).

En la determinación de la prueba de Voges-Proskauer, compuesta por dos soluciones que, aunque actuan conjuntamente, se preparan por separado. La primera es una solución de Alfa-naftol al 5%, compuesta por 5 g de alfa naftol diluido en 100 ml de alcohol etflico absoluto; la segunda es una solución de hidróxido de potasio al 20%, compuesto por 20 g de hidróxido de potasio y 300 mg de creatina diluidos en 100 ml de agua destilada. Las soluciones así preparadas, se añadieron, dos gotas de la solución de hidróxido de potasio al 20% y tres gotas de la solución de Alfa-naftol al 5% al compartimento correspondiente a la producción de acetoin después de la incubación de 35 a 37°C por 18 o 24 horas, la presencia de acetoin se indicó por la presencia de un color rojo a los veinte minutos después de haber añadido ambas soluciones, como se indicó anteriormente, significando esto una prueba de Voges-Proskauer positiva de acuerdo al instructivo empleado para tal propósito (op. cit.).

La prueba del cítrato, es una prueba directa, esto es, se encuentra ya incluida en el compartimento correspondiente al enterotubo de

referencia.

Es necesario señalar que cada una de las pruebas bioquímicas es específica para un determinado tipo de organismo bacteriano, su acción bioquímica es consecuente con el producto final del metabolismo bacteriano, esto se manifiesta, como se mencionó anteriormente, con la aparición de un color característico determinado al ser aplicada la correspondiente solución indicadora al producto final metabólico bacteriano, indicando así la positividad de la prueba, que sirve de base junto con otras para identificar el tipo de bacteria presente.

La interpretación de los resultados se efectuó con la ayuda de las anotaciones realizadas en formas previamente disponibles para este propósito, mismas que a la vez, con el auxilio del manual respectivo (W. Rypka, 1980), fueron utilizadas para identificar el tipo de bacterias encontradas, las cuales se reportan en la tabla IV.

Así también, como información complementaria, se efectuó, a partir de colonias aisladas típicas y atípicas, la técnica de Gram mediante la cual se definió morfológicamente la presencia de bacilos Gramnegativos, característica fundamental, junto con la de cultivo, del grupo de las enterobacterias.

A continuación se presenta un diagrama de flujo, en el se indica el procedimiento metodológico seguido en el análisis de las muestras de agua analizada.

FIGURA 7.

DIAGRAMA DE FLUJO
PRUEBA PRESUNTIVA

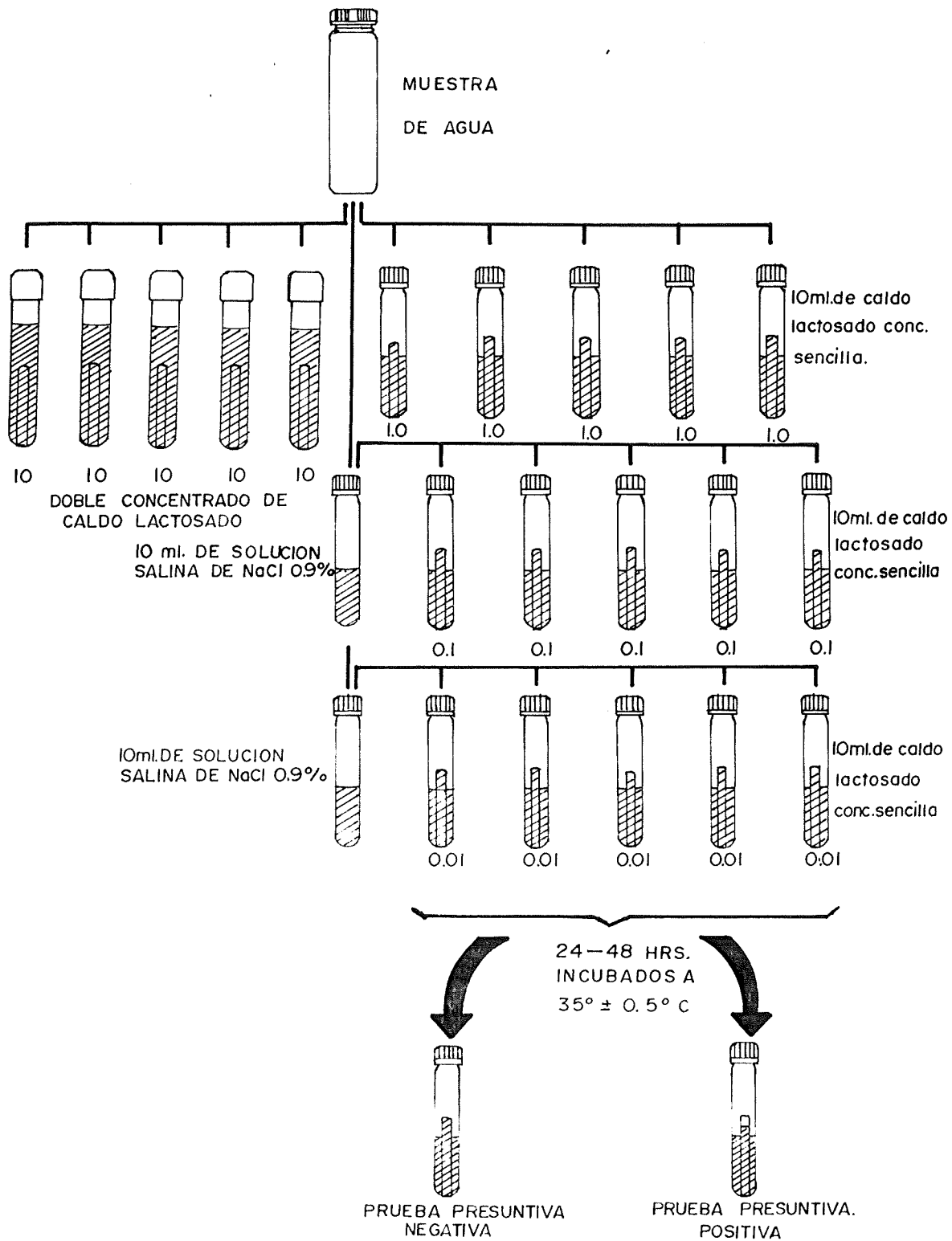


FIGURA 7. (Continuación).

PRUEBA CONFIRMATIVA

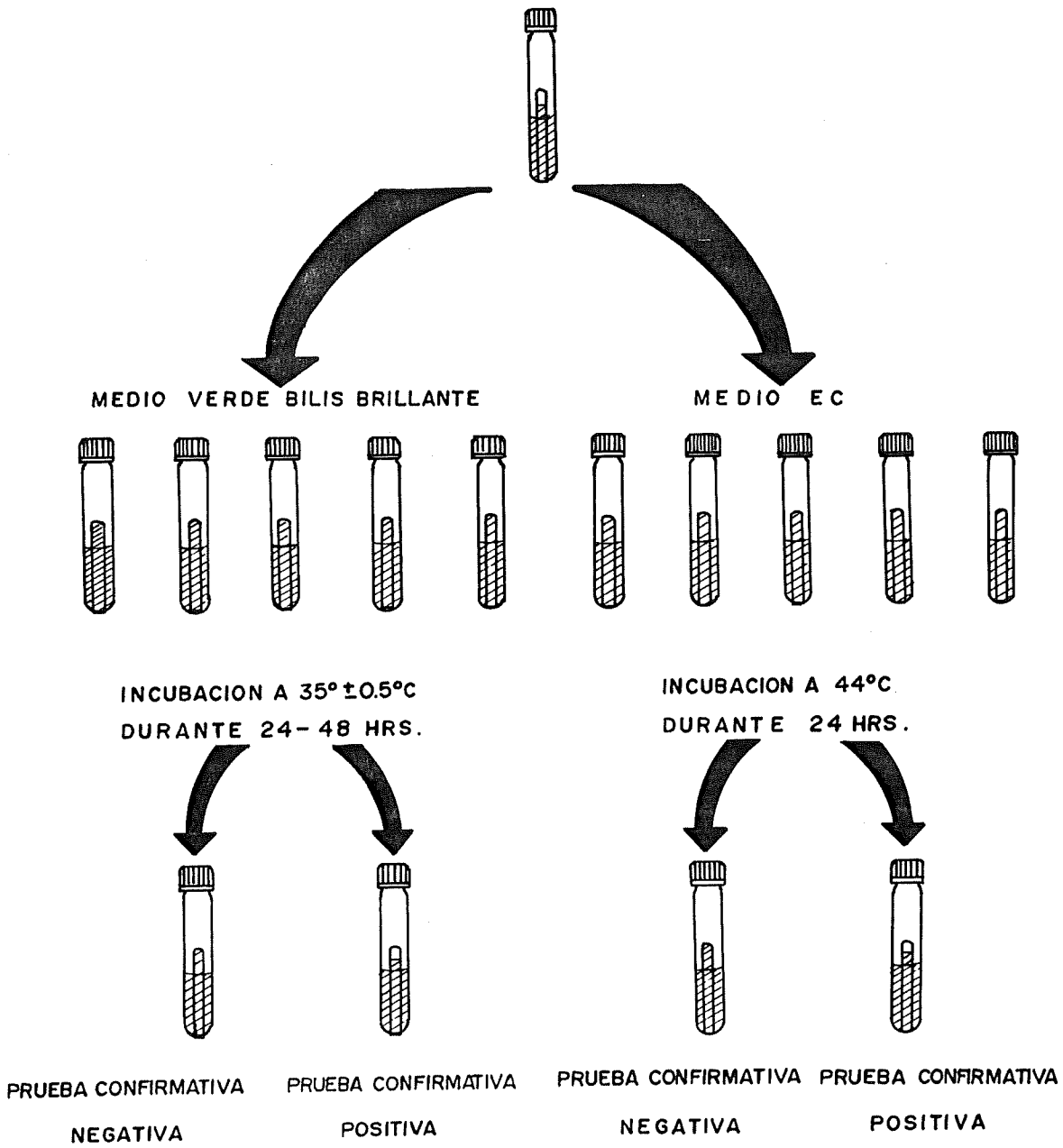
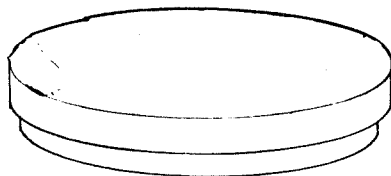
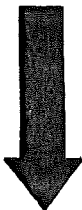
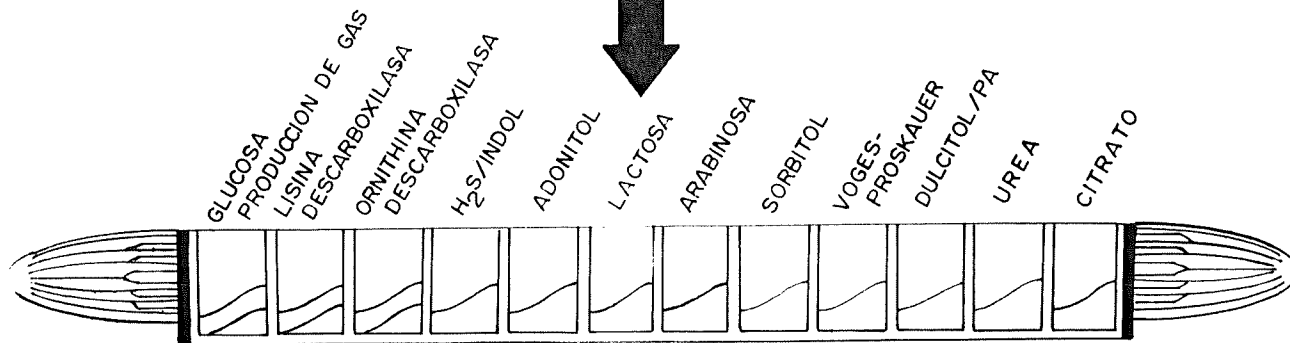
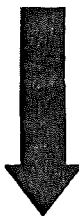


FIGURA 7. (Continuación).

PRUEBA COMPLEMENTARIA FINAL



AGAR DE EOSINA AZUL DE METILENO
 COLONIAS TIPICAS Y/O ATIPICAS
 INCUBACION A $35^{\circ} \pm 0.5^{\circ} \text{C}$
 DURANTE 24 ± 2 HRS.



ENTEROTUBO II

0

TUBO DE CULTIVO MULTIPLE
 INCUBACION DE 35° A 37°C
 DE 18 A 24 HRS.

CAPITULO VI

RESULTADOS:

Los resultados obtenidos se muestran más adelante en forma de tablas.

El número de tubos positivos obtenidos en caldo bilis verde brillante (a) y E C (b) per fuente (F) de febrero a octubre se observa en la tabla I, en:

a.- Caldo bilis verde brillante:

El número promedio de tubos positivos para las fuentes: F I, F II, F III, F IV y F V, fueron de 10, 11, 10, 9 y 6 respectivamente (Tabla I.a).

En la F V, en marzo y junio se registro la ausencia de tubos positivos, presentandose solamente un tubo en la F IV en febrero (Tabla I.a).

b.- Caldo E C:

El número promedio de tubos positivos para las fuentes: F I, F II, F III, F IV y F V, fueron de 6, 8, 7, 6 y 3 respectivamente (Tabla I.b).

En el mes de octubre se registró la ausencia de tubos positivos en las F I - F V, en esta última, esto se presento también en los meses de marzo, junio y septiembre (Tabla I.b).

Siendo evidente la contaminación, podemos puntualizar, en base a lo anterior, que la F III es la mayormente contaminada, siguiendo en orden de importancia la F II y F I, F IV y F V (Fig. 8).

La temperatura del agua en los depósitos muestreados oscilo entre 11 y 23°C, en tanto que el pH lo fué entre 6 y 8.2, esto es, ligeramente ácido y ligeramente alcalino respectivamente (Tabla II). Estos parámetros físicoquímicos obtenidos en condiciones naturales, en general, podemos considerarlos ubicados entre los rangos mínimos y máximos que permiten la estabilidad, la supervivencia, el desarrollo y la reproducción de las

bacterias coliformes, así como también de otro tipo de organismos propios del agua.

Los resultados obtenidos, por fuente, en relación al número más probable (NMP) de organismos coliformes encontrados, determinan que la presencia de coliformes totales y coliformes fecales es heterogénea, predominando los coliformes totales sobre los fecales (Tabla II, Fig. 9).

En la tabla III.a y III.b se indica la relación porcentual existente entre los organismos coliformes totales y coliformes fecales, determinada mediante el análisis de correlación estadística.

En la tabla III.a, este análisis determina, en general por fuente, la relación entre los coliformes totales y coliformes fecales con la temperatura y el pH del agua, así como también, la relación global de estos parámetros físicoquímicos con los coliformes totales y fecales para todas las fuentes, siendo del 65.1%, en promedio, para la temperatura registrada del agua durante el muestreo, en tanto que el pH del agua lo fué del 61.2%.

La tabla III.b señala por fuente, la relación porcentual particular de la temperatura y pH con los organismos coliformes totales y fecales encontrados en cada depósito de agua.

Lo anterior significa que tanto la temperatura como el pH del agua son, entre otros, dos factores interactuantes de importancia, esto se manifiesta en todos los depósitos de agua muestreados, sobre todo en las fuentes III y II (Fig. 8), en donde se presentaron las mayores concentraciones de bacterias coliformes totales y fecales.

La concentración de bacterias coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) se dan a conocer en la tabla IV.

Las mayores concentraciones ocurrieron en la F III con un promedio de

1086 CT y 669 CF, seguida de la F II con promedio de 483 CT y 221 CF (Tabla IV).

Las más altas concentraciones de bacterias coliformes totales y coliformes fecales se presentaron en junio y julio, esto es, 5400 y 3500 CT y 5400 y 310 respectivamente, siendo las más bajas en febrero (Fig. 9).

En la tabla V se dan a conocer las enterobacterias encontradas en el agua, dentro de estas se presentan los géneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Arizona*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Edwardsiella*. Las especies localizadas correspondientes a cada género son las que se mencionan en la Tabla de referencia. Con respecto a lo anterior, en la fuente II se encontraron representados todos los géneros mencionados; la fuente I indica solo la ausencia del género *Serratia* y *Edwardsiella*; en la fuente III, IV y V se registro la ausencia del género *Arizona* y *Edwardsiella*, además del género *Serratia* en la fuente V.

La localización de *Escherichia coli* en cada una de las fuentes reafirma que el agua contenida en ellas esta siendo contaminada por organismos de sangre caliente, entre ellos el hombre.

Con la finalidad de representar de manera más objetiva el comportamiento del desarrollo de las poblaciones bacterianas de febrero a octubre en cada una de las fuentes, los resultados se expresan en forma gráfica:

La figura 8 señala que las mayores concentraciones de organismos coliformes totales y fecales se presentaron en la fuente II y III.

La figura 9 presenta que los meses de junio, julio y agosto son los que se presentaron las mayores concentraciones de bacterias coliformes totales y coliformes fecales.

La figura 10 indica que en la fuente I en los meses de abril, julio,

agosto y septiembre se presentaron las mayores concentraciones de organismos coliformes totales y coliformes fecales.

La figura 11 representa que las mayores concentraciones de bacterias coliformes totales y fecales, en la fuente II, se presentaron en marzo, julio y agosto.

La figura 12 determina que para la fuente III en los meses de mayo, junio y julio se presentaron las mayores concentraciones de coliformes totales y fecales.

La figura 13 marca que los meses de mayores concentraciones de coliformes totales y coliformes fecales fueron los meses de marzo, abril, mayo, y agosto.

La figura 14 puntualiza que febrero, mayo, julio y agosto presentaron las mayores concentraciones de organismos coliformes totales y fecales.

Con referencia a lo anterior, aunque es patente la contaminación en los depósitos de agua, en general, existe un predominio de los organismos coliformes totales sobre los coliformes fecales en casi todos los meses, siendo junio y julio los meses de mayor concentración bacteriana (Fig. 9).

TABLA I. Combinación de tubos positivos obtenidos por fuente (F) en la prueba confirmativa, utilizando como medio de cultivo caldo bilis verde brillante (a) y caldo E C (b).

(a)	CALDO BILIS VERDE BRILLANTE				
	COMBINACION TUBOS POSITIVOS PRUEBA CONFIRMATIVA				
MESES 1985	F I	F II	F III	F IV	F V
FEBRERO	322 (7)	251 (8)	500 (5)	100 (1)	500 (5)
MARZO	530 (8)	551 (11)	511 (7)	540 (9)	000 (0)
ABRIL	554 (14)	523 (10)	533 (11)	532 (10)	320 (5)
MAYO	401 (5)	532 (10)	552 (12)	520 (7)	530 (8)
JUNIO	410 (5)	133 (7)	5552 (17)	420 (6)	000 (0)
JULIO	5521 (13)	554 (14)	5551 (16)	3412 (10)	511 (7)
AGOSTO	551 (11)	5531 (14)	410 (5)	453 (12)	510 (6)
SEPTIEMBRE	553 (13)	553 (13)	510 (6)	3452 (14)	540 (9)
OCTUBRE	552 (12)	530 (8)	440 (8)	531 (9)	550 (10)
X	(10)	(11)	(10)	(9)	(6)

(b)	CALDO E C				
	COMBINACION TUBOS POSITIVOS PRUEBA CONFIRMATIVA				
MESES 1985	F I	F II	F III	F IV	F V
FEBRERO	322 (7)	220 (4)	300 (3)	100 (1)	500 (5)
MARZO	410 (5)	551 (11)	511 (7)	540 (9)	000 (0)
ABRIL	534 (12)	523 (10)	322 (7)	522 (9)	310 (4)
MAYO	401 (5)	532 (10)	542 (11)	520 (7)	530 (8)
JUNIO	410 (5)	133 (7)	5552 (17)	420 (6)	NC (0)
JULIO	421 (7)	432 (9)	5501 (11)	311 (5)	510 (6)
AGOSTO	511 (7)	5531 (14)	300 (3)	352 (10)	300 (3)
SEPTIEMBRE	351 (9)	320 (5)	200 (2)	320 (5)	000 (0)
OCTUBRE	000 (0)	000 (0)	000 (0)	000 (0)	000 (0)
X	(6)	(8)	(7)	(6)	(3)

TABLA II. Concentración de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en 100 ml de agua (NMP), así como temperatura en grados centígrados y pH, determinados por fuente de febrero a octubre.

MESES	FUENTE I				FUENTE II			
	T°C	pH	CT	CF	T°C	pH	CT	CF
1985								
FEBRERO		7.6	20	20		7.5	20	13
MARZO		6.0	79	17		7.0	350	350
ABRIL		7.0	1600	210		7.0	120	120
MAYO	16.0	7.0	17	17	11.0	7.0	140	140
JUNIO	18.5	7.0	17	17	19.0	6.5	19	19
JULIO	19.0	7.0	700	26	18.0	7.1	1600	220
AGOSTO	19.5	7.5	350	46	18.5	6.9	1100	1100
SEPTIEMBRE	19.0	7.2	920	29	19.0	7.2	920	21
OCTUBRE	18.0	7.2	540	2	20.0	7.1	79	2
		X	471.4	42.7		X	483.1	220.5

MESES	FUENTE III				FUENTE IV			
	T°C	pH	CT	CF	T°C	pH	CT	CF
1985								
FEBRERO		7.7	23	11		7.4	3	3
MARZO		7.0	46	46		6.0	130	130
ABRIL		7.0	180	20		6.0	140	95
MAYO	11.0	7.0	540	220	18.0	6.0	49	49
JUNIO	19.0	7.5	5400	5400	21.0	6.0	22	22
JULIO	18.5	7.1	3500	310	20.0	7.2	29	14
AGOSTO	18.7	7.0	17	11	20.0	6.9	64	32
SEPTIEMBRE	18.0	7.4	33	4	20.0	7.5	41	14
OCTUBRE	18.0	7.1	34	2	20.5	7.0	110	2
		X	1085.9	669.3		X	65.3	40.1

TABLA II. (Continuación).

MESES 1985	FUENTE V			
	T°C	pH	CT	CF
FEBRERO		8.2	23	23
MARZO		6.0	2	2
ABRIL		6.0	14	11
MAYO	19.0	6.0	79	79
JUNIO	20.0	7.0	2	00
JULIO	23.0	7.0	46	33
AGOSTO	21.0	7.1	33	11
SEPTIEMBRE	20.5	7.4	130	2
OCTUBRE	21.0	7.2	240	2
		X	63.2	18.1

TABLA III.a. Muestra, por fuente, la relación estadística entre los coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) con la temperatura en grados centígrados y pH. Indicada en porcentaje.

	FUENTES					X
	I	II	III	IV	V	
CT/T°C	71	66	67	66	74	65.1
CF/T°C	53	70	48	79	57	
CT/pH	62	66	68	66	67	61.2
CF/pH	54	65	41	66	57	

TABLA III.b. Relación promedia porcentual por fuente, de organismos coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) con la temperatura en grados centígrados y pH.

CT-CF/T°C	RELACION PROMEDIA	CT-CF/pH	RELACION PROMEDIA
F I	62.0%	F I	58.0%
F II	62.0%	F II	65.5%
F III	57.5%	F III	54.5%
F IV	72.5%	F IV	66.0%
F V	64.0%	F V	62.0%

TABLA IV. Concentración de bacterias coliformes totales y coliformes fecales encontradas por fuente (F) de febrero a octubre.

MESES 1985	COLIFORMES TOTALES				
	F I	F II	F III	F IV	F V
FEBRERO	20	20	23	23	18
MARZO	19	350	46	2	121
ABRIL	1600	120	180	14	411
MAYO	17	140	540	79	165
JUNIO	17	19	5400	2	1092
JULIO	700	1600	3500	46	1175
AGOSTO	350	1100	17	33	513
SEPTIEMBRE	920	920	33	130	409
OCTUBRE	540	79	34	240	200
X	471	483	1086	63	456

MESES 1985	COLIFORMES FECALES				
	F I	F II	F III	F IV	F V
FEBRERO	20	18	11	3	23
MARZO	17	350	46	130	2
ABRIL	210	120	20	95	11
MAYO	17	140	220	49	79
JUNIO	17	19	5400	22	00
JULIO	26	220	310	14	33
AGOSTO	46	1100	11	32	11
SEPTIEMBRE	29	21	4	14	2
OCTUBRE	2	2	2	2	2
X	43	221	669	40	18

TABLA V. Señala el número de fuentes y los género y/o especies bacterianas encontradas en cada una de ellas.

FUENTE I	FUENTE II
<p><u>Escherichia coli</u> <u>Citrobacter freundii</u> <u>Citrobacter amalonaticus</u> <u>Enterobacter agglomerans</u> <u>Enterobacter cloacae</u> <u>Enterobacter aerogenes</u> <u>Enterobacter sakazakii</u> <u>Klebsiella ozaenae</u> <u>Klebsiella oxytoca</u> <u>Klebsiella pneumoniae</u></p>	<p><u>Escherichia coli</u> <u>Citrobacter freundii</u> <u>Citrobacter amalonaticus</u> <u>Citrobacter D versus</u> <u>Enterobacter agglomerans</u> <u>Enterobacter cloacae</u> <u>Klebsiella oxytoca</u> <u>Klebsiella pneumoniae</u> Arizona Edwardsiella</p>
FUENTE III	FUENTE IV
<p><u>Escherichia coli</u> <u>Citrobacter freundii</u> <u>Citrobacter amalonaticus</u> <u>Enterobacter cloacae</u> <u>Enterobacter aerogenes</u> <u>Enterobacter sakazakii</u> <u>Klebsiella ozaenae</u> <u>Klebsiella oxytoca</u> <u>Serratia liquefaciens</u></p>	<p><u>Escherichia coli</u> <u>Citrobacter freundii</u> <u>Citrobacter amalonaticus</u> <u>Enterobacter cloacae</u> <u>Klebsiella pneumoniae</u> <u>Serratia liquefaciens</u></p>
FUENTE V	
<p><u>Escherichia coli</u> <u>Citrobacter freundii</u> <u>Citrobacter amalonaticus</u> <u>Enterobacter agglomerans</u></p>	<p><u>Enterobacter cloacae</u> <u>Enterobacter sakazakii</u> <u>Klebsiella oxytoca</u> <u>Klebsiella pneumoniae</u></p>

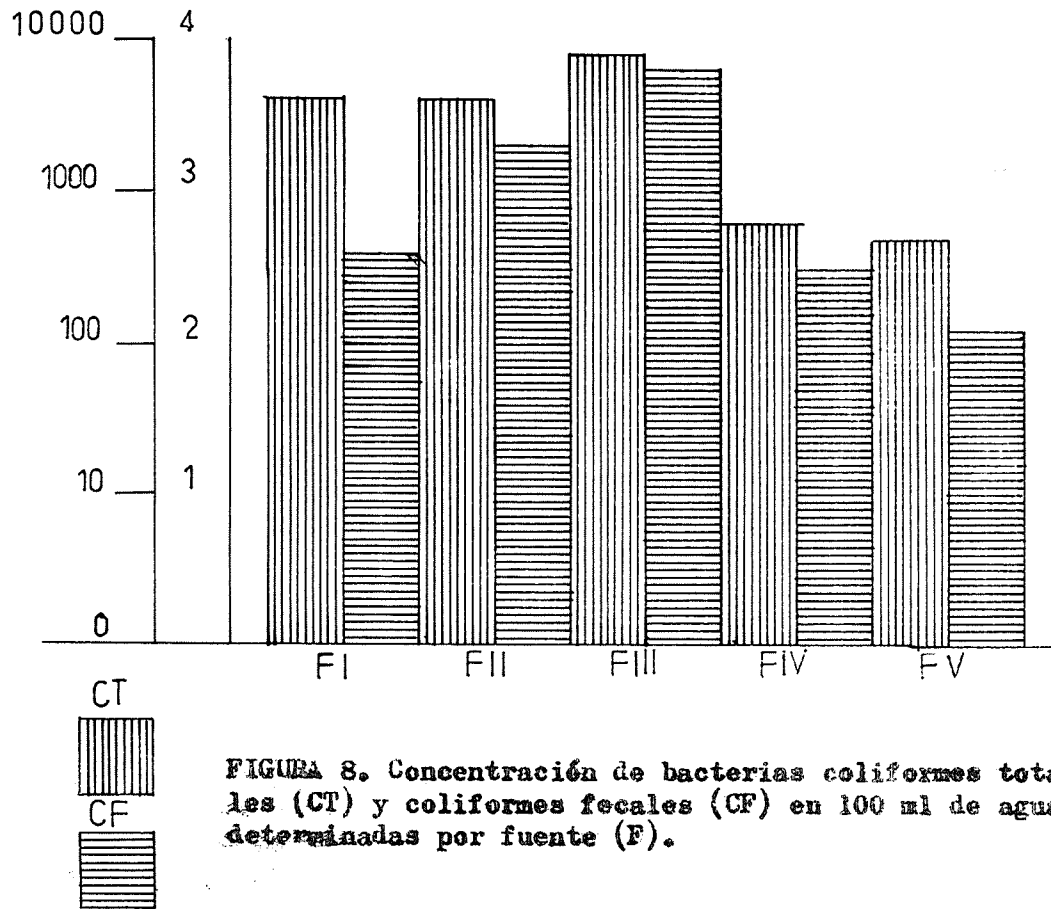


FIGURA 8. Concentración de bacterias coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en 100 ml de agua, determinadas por fuente (F).

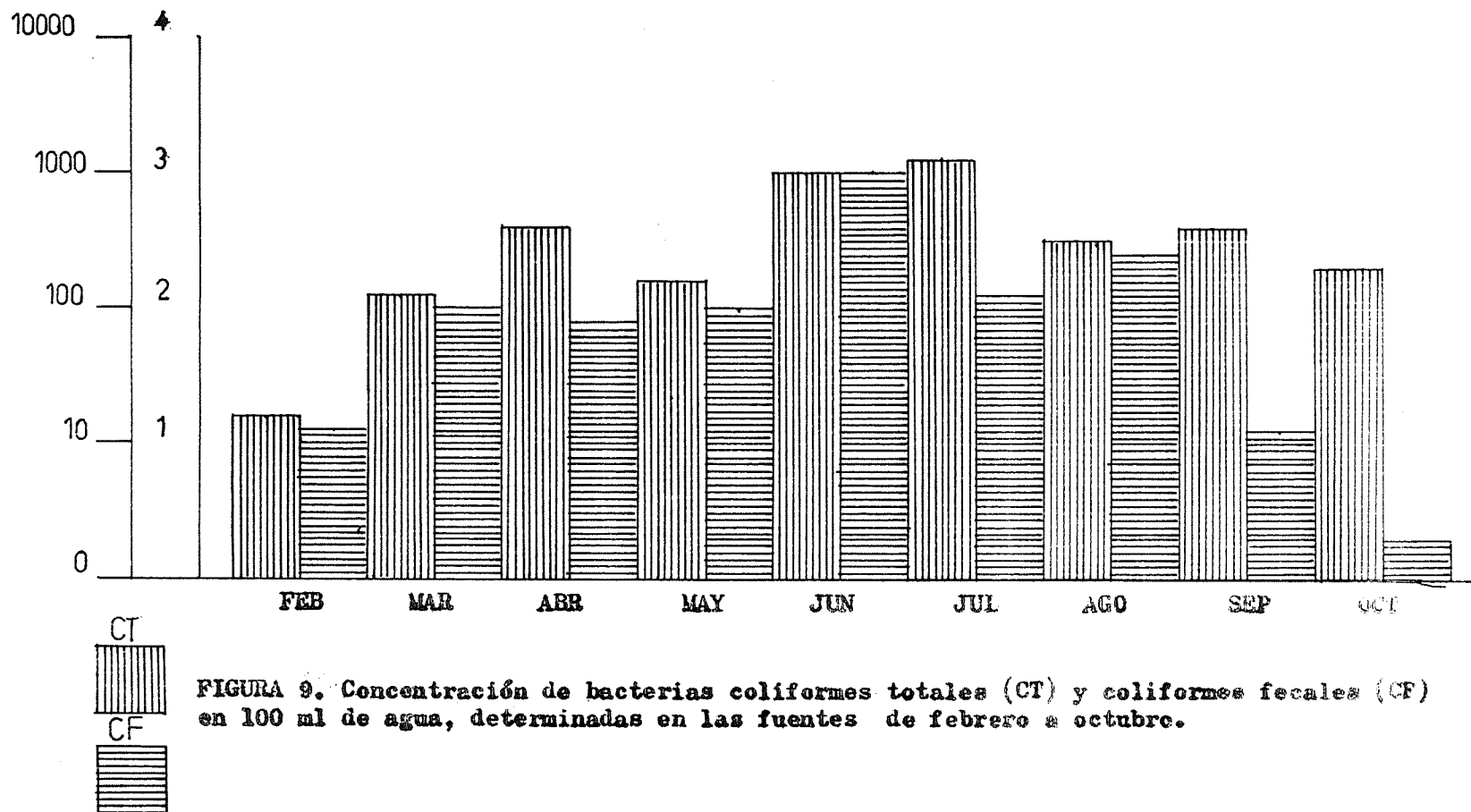


FIGURA 9. Concentración de bacterias coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en 100 ml de agua, determinadas en las fuentes de febrero a octubre.

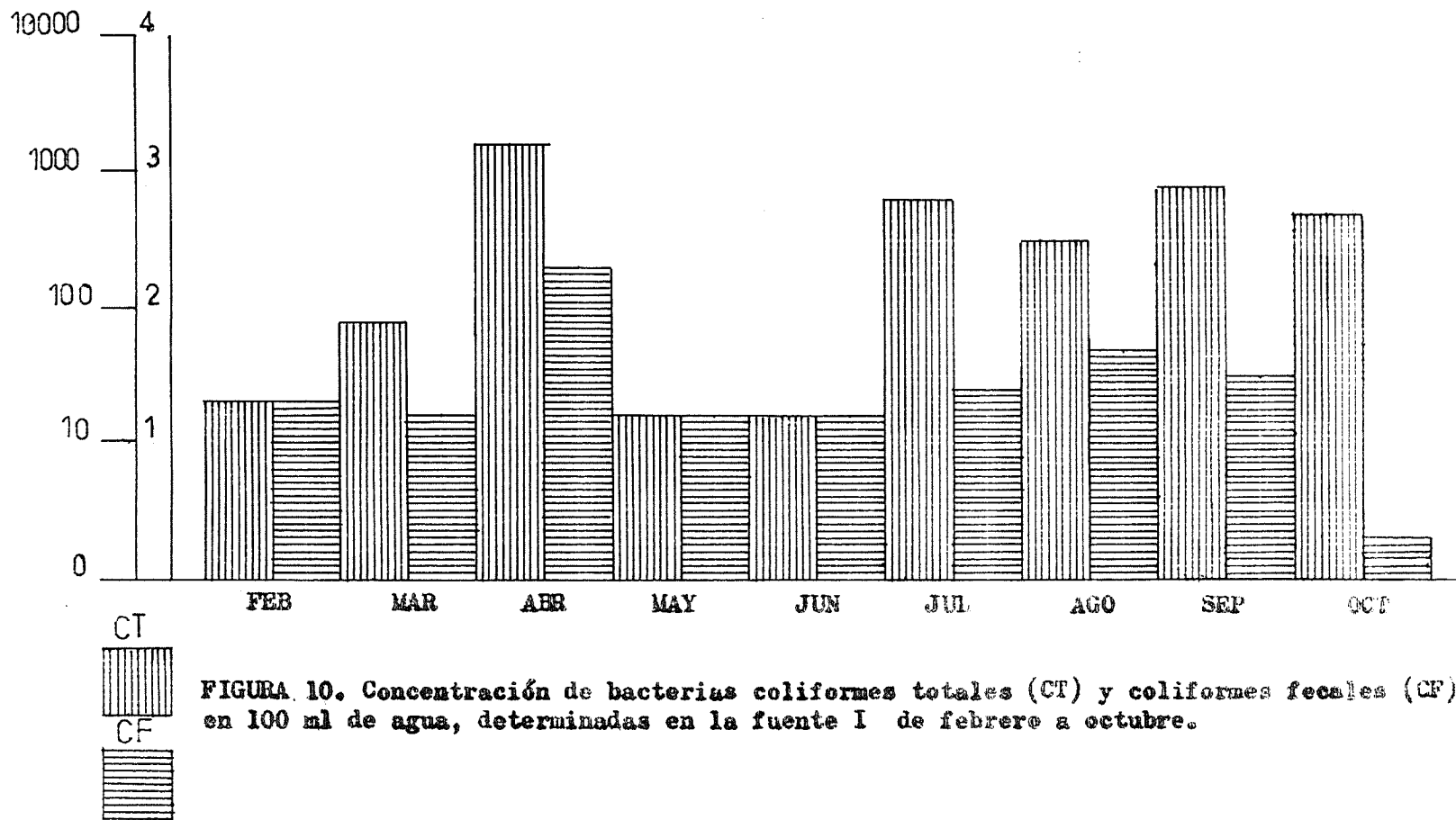


FIGURA 10. Concentración de bacterias coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en 100 ml de agua, determinadas en la fuente I de febrero a octubre.

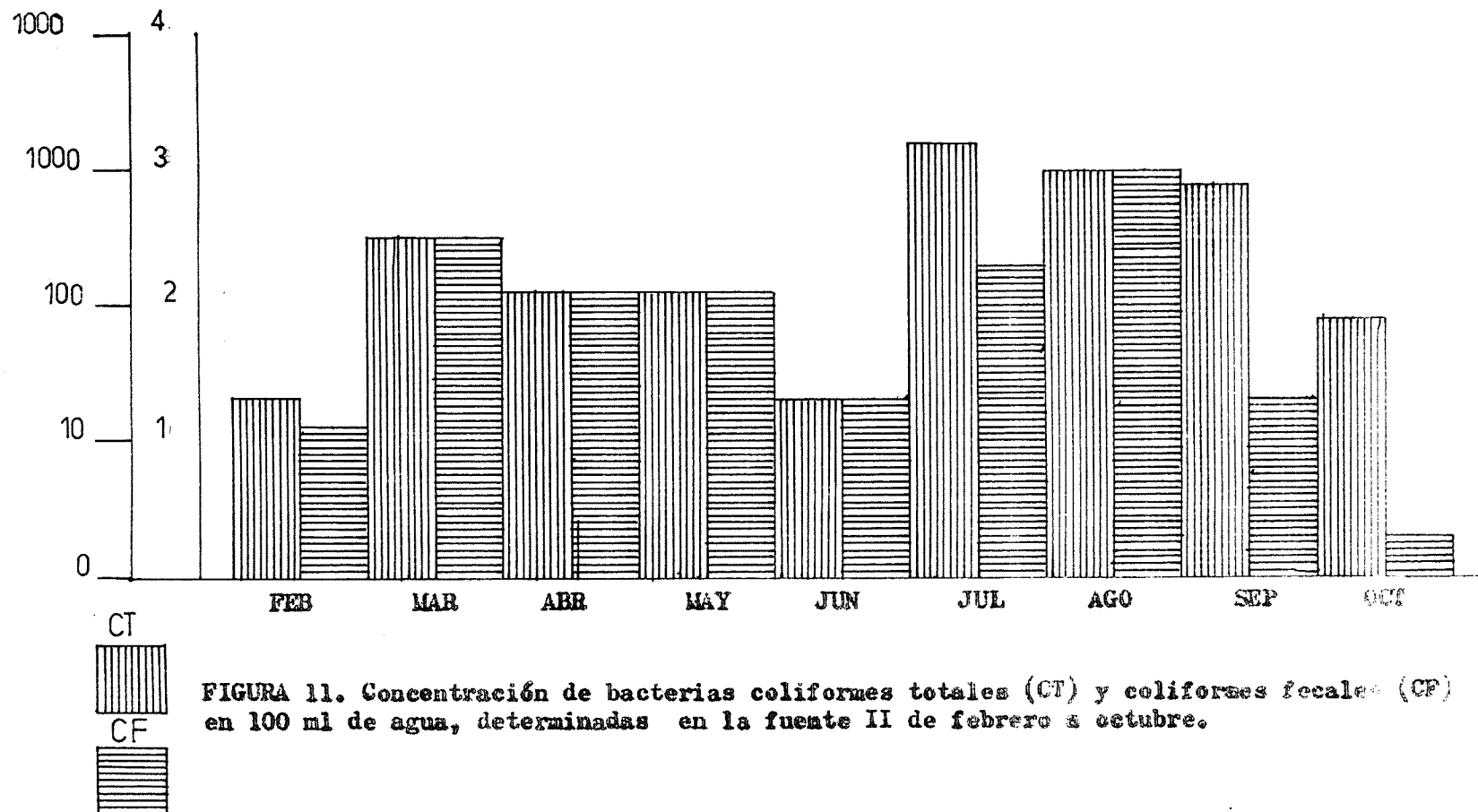


FIGURA 11. Concentración de bacterias coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en 100 ml de agua, determinadas en la fuente II de febrero a octubre.

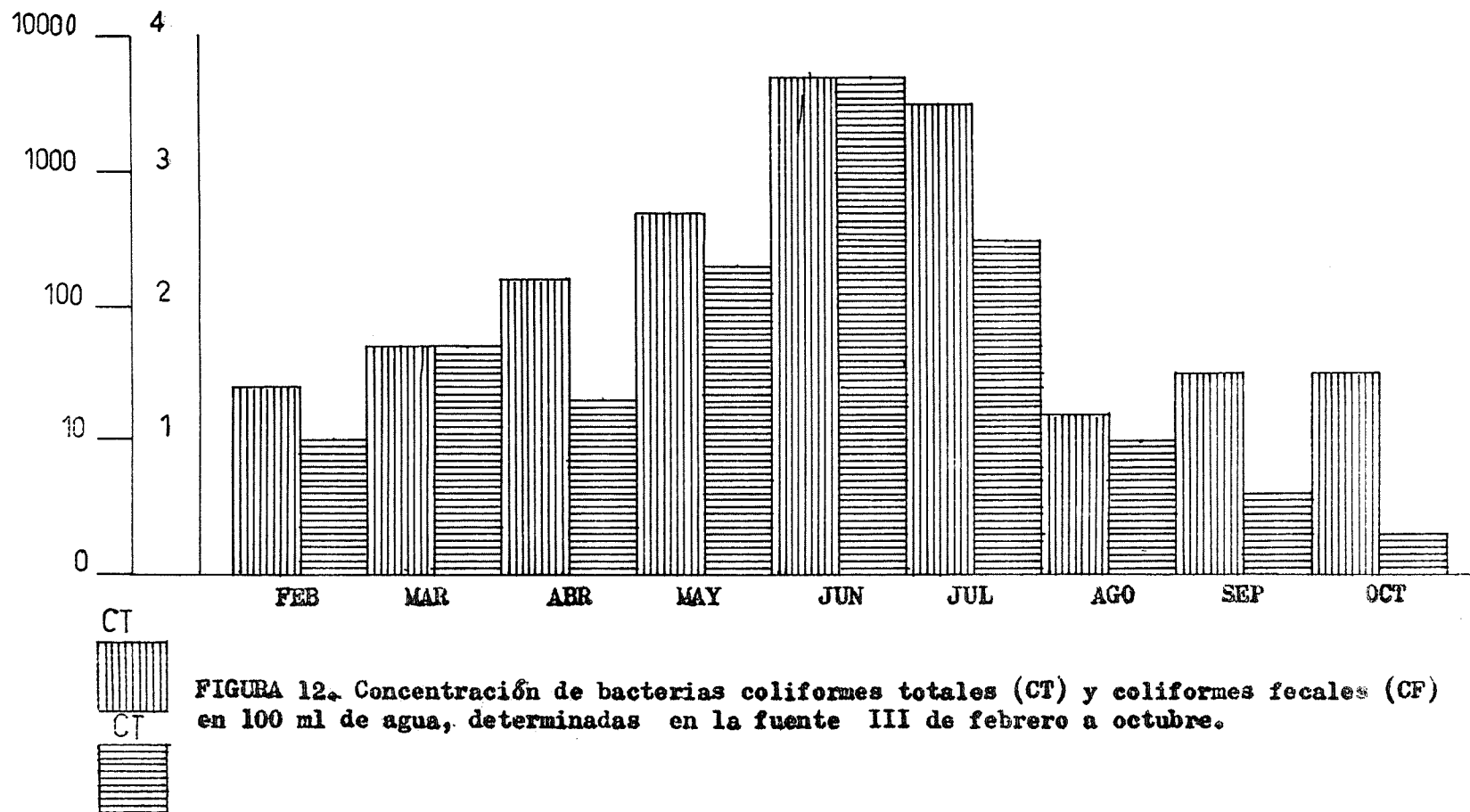


FIGURA 12. Concentración de bacterias coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en 100 ml de agua, determinadas en la fuente III de febrero a octubre.

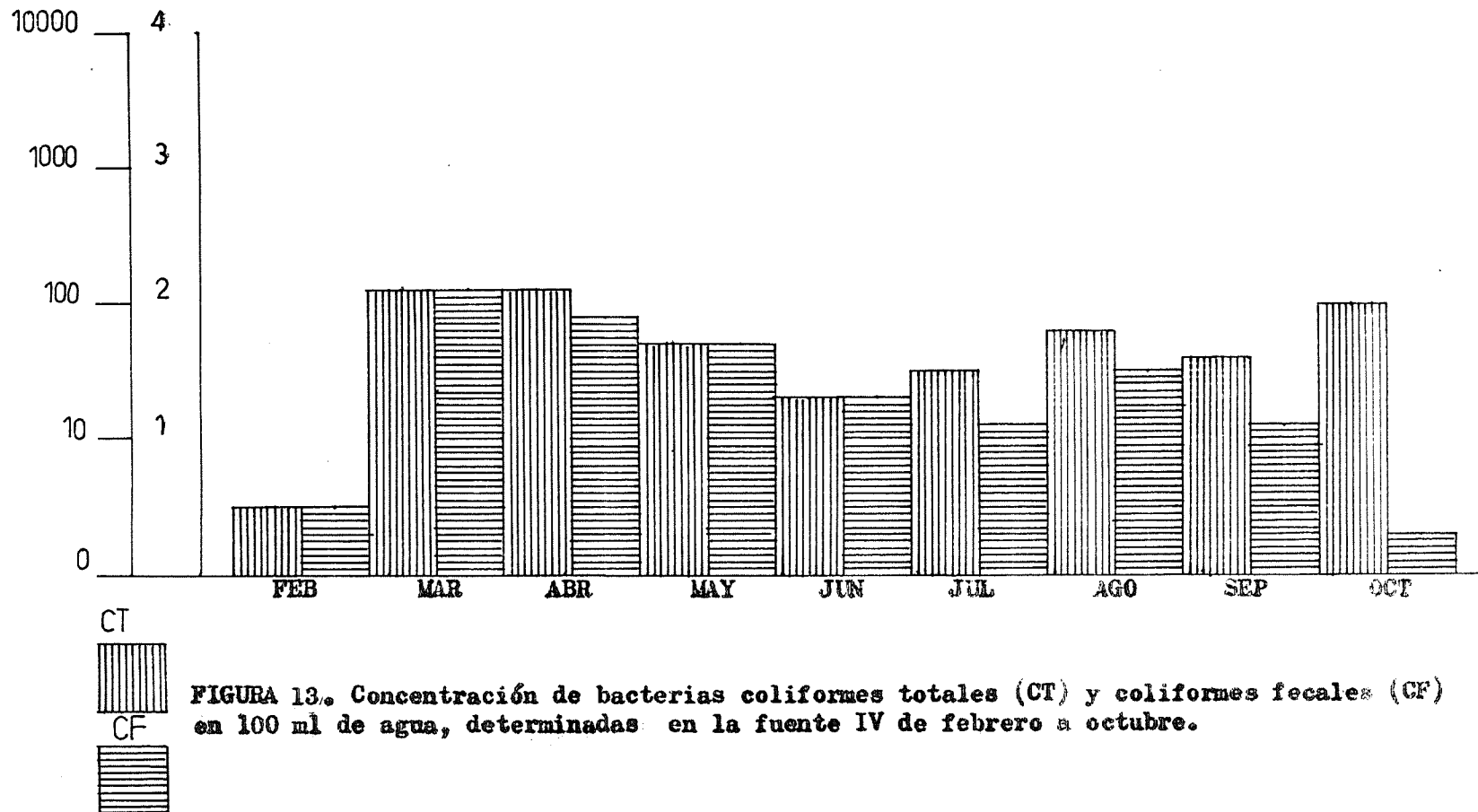


FIGURA 13. Concentración de bacterias coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en 100 ml de agua, determinadas en la fuente IV de febrero a octubre.

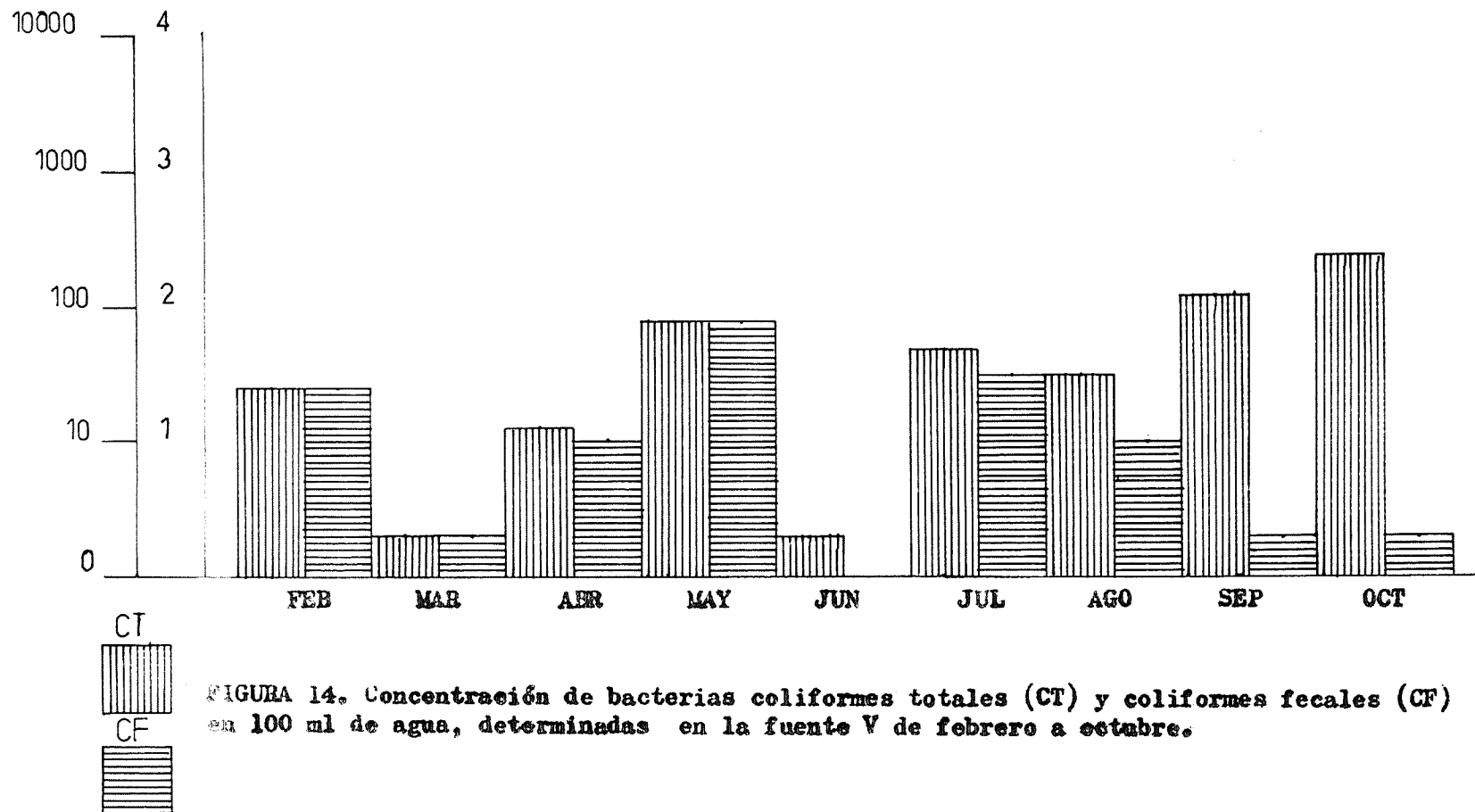


FIGURA 14. Concentración de bacterias coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en 100 ml de agua, determinadas en la fuente V de febrero a octubre.

CAPITULO VII

ANALISIS DE RESULTADOS:

Puesto que en cada uno de los depósitos de agua es evidente la contaminación por organismos coliformes totales y fecales, cuya presencia la garantizan las condiciones medio ambientales externas e internas de carácter meteorológico y sanitario, a este respecto podemos asumir que:

a.- La temperatura ambiental y del agua fué determinante, junto con la materia orgánica disponible y el pH en el medio, cuya interacción determinaron las condiciones favorables en el agua para el desarrollo de los microorganismos propios de este medio, principalmente el bacteriano, esencialmente el de las bacterias coliformes, esto fué evidente en el mes de junio y julio en los que se presentaron las mayores concentraciones de bacterias coliformes totales y fecales, siendo la fuente III en donde esto se hace patente.

b.- Las condiciones meteorológicas adversas, el viento y las precipitaciones fluviales también participan a la contaminación mediante el transporte de materiales orgánicos e inorgánicos, ambos trasladan hacia los depósitos del agua fragmentos de insectos, de vegetales y de excremento de animales y del hombre, el agua, además de transportarlos, ayuda a su filtración a través del suelo, depositandolos finalmente en los mantos fríaticos los que se encargan de trasladarlos y depositarlos en las fuentes contenedoras del agua, esto sucede debido a que los depósitos del agua se encuentran desprotegidos superficialmente, esto se observa esencialmente en la fuente III y V.

c.- Los organismos silvestres y domésticos son elementos que están contribuyendo a la contaminación de los depósitos de agua. Entre los pri-

meros encontramos principalmente ratones e insectos, entre estos últimos tenemos a las cucarachas y otros de hábitos nocturnos, tales como palomilla, ambos, debidos a la desprotección superficial de las fuentes, por accidente caen al agua donde se ahogan, contribuyendo así con aporte de materia orgánica.

En los segundos tenemos, esencialmente, al perro y al ganado caprino, porcino, vacuno y caballar, ambos también son factores responsables de la contaminación. El primero, debidos a la desprotección superficial de las fuentes, deposita en el agua sus deshechos metabólicos líquidos, en tanto que los segundos, sus deshechos metabólicos se filtran a través del suelo contaminando así los mantos freáticos que finalmente depositan el agua en las fuentes, esto sucede debido a que el establecimiento de corrales para la cría de estos animales cautivos se encuentran mal ubicados, ambos de esta manera aportan materiales orgánicos e inorgánicos útiles para el desarrollo bacteriano y de otros microorganismos del agua.

d.- El hombre, es el principal responsable directo de tal contaminación en todos los depósitos, ya que la pureza del agua para su consumo depende directamente de él, a este respecto podemos decir que su falta de conciencia e iniciativa para atender tal situación ha permitido el establecimiento de condiciones óptimas para la estabilidad y supervivencia de los microorganismos nocivos a su organismo, esto lo observamos en todas y cada una de las fuentes de la que extrae este líquido.

e.- Basado en las observaciones realizadas en la población de esta comunidad, en materia familiar, vivienda, cultura y nutrición, puedo a-

gregar que: el número de miembros por familia, el hacinamiento familiar en la vivienda, el bajo nivel cultural y nutricional, son otros de los factores que permiten el establecimiento de condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo de microorganismos generadores de enfermedades de origen hídrico, siendo la población infantil, menor de cinco años, la principalmente afectada por ser la de mayor susceptibilidad, esto lo muestra, en general, el promedio de 69 casos de diarrea reportados anualmente de 1976 a 1984 (Centro de Salud "A", 1984).

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES:

1.- El reglamento para los análisis de potabilidad de aguas en la Republica Mexicana establece, en su parte de conclusiones, inciso 1.a, que "el agua, para ser potable, no deberá contener más de 20 gérmenes coliformes (bacterias de la tribu Eschericheae) por litro, esto es, no debera haber más de un tubo positivo de 5 sembrados, cada uno con 10 centímetros cúbicos de ella" (Código Sanitario Mexicano, 1981), de acuerdo con esto y con los resultados obtenidos a través del método de tubos múltiples de fermentación en la prueba confirmativa se establece que:

a.- El 95.6% de las muestras se encuentran fuera del límite permisible.

b.- El número de tubos positivos obtenidos indican que el agua de los depósitos esta siendo contaminada por organismos coliformes.

c.- Toda el agua de los depósitos se encuentra contaminada por organismos coliformes totales y fecales.

d.- El agua es inadecuada para el consumo humano.

e.- La fuente III es la mayormente contaminada, le siguen, en orden de importancia, la fuente II, I, IV y V.

2.- Las pruebas bioquímicas indican que:

a.- El agua esta contaminada por *Escherichia coli* y otras bacterias coliformes.

b.- La contaminación del agua es principalmente por especies bacterianas correspondientes a los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Arizona*, *Edwardsiella* y *Serratia*.

3.- Según el coeficiente de correlación r , en general, se confirma estadísticamente que:

a.- Tanto los coliformes totales como los fecales se correlacionaron en un 50 a 70% con la temperatura del agua.

b.- Existió una correlación de más del 50% entre el pH del agua y los coliformes totales y fecales.

4.- Considerando las condiciones externas de cada fuente, puedo afirmar que:

a.- El agua esta siendo contaminada por organismos silvestres, principalmente por ratón, así como por insectos, entre estos, por cacaracha y otros de hábitos nocturnos, y por perros.

b.- Las condiciones metereológicas adversas, el aire y las precipitaciones fluviales, contribuyen también con tal contaminación.

c.- El establecimiento mal ubicado tanto de letrinas sanitarias como de corrales para la cría de animales domésticos contribuyen con sus desechos metabólicos a la contaminación de los mantos friáticos, y por tanto del agua contenida en los depósitos.

5.- En base a las observaciones realizadas en la población de esta comunidad, en materia familiar, vivienda, cultura y nutrición, puedo agregar que:

a.- El número de miembros por familia, el hacinamiento familiar en la vivienda, el bajo nivel cultural y nutricional, son otros de los factores que permiten el establecimiento de condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de microorganismos generadores de enfermedades de origen hídrico.

CAPITULO IX

SUGERENCIAS:

Puesto que las enfermedades diarreicas de origen hídrico son un problema de salud pública no solo en esta población, sino también de las que conforman el resto del país, principalmente en las comunidades rurales, para poder contribuir al combate y control de éstas con eficiencia y obtener resultados prácticos altamente positivos es necesario que principalmente las instituciones, tales como la Secretaria de Salud, la Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología, la Secretaria de Educación Pública y la Universidad Autónoma de Baja California conjunten esfuerzos en la implementación de actividades, previamente programadas, tendientes al combate y control de tales enfermedades.

Considerando lo anterior y para contribuir en el combate, disminución y control de tales males, se plantean las siguientes sugerencias:

1.- Implementar actividades informativas tendientes a proporcionar a la población asesoría y orientación técnico-práctica respecto:

a.- Al agua, esto es, sus usos y su óptima conservación sanitaria.

b.- A la ubicación y construcción de letrinas sanitarias y corrales para la cría de animales domésticos, evitando así la contaminación de los mantos freáticos.

c.- A la construcción y distribución de la vivienda familiar, evitando así el hacinamiento familiar.

d.- A la adopción de medidas higiénicas para el combate y prevención de las enfermedades diarreicas de origen hídrico

e.- A la importancia sanitaria que representa el proteger adecuadamente cada depósito de agua de los cuales ellos extraen para el consumo humano y

usos domésticos.

f.- Al saneamiento del medio ambiente.

2.- Implementar otros proyectos de investigación complementaria cuyo propósito sea:

a.- Dilucidar por qué otro tipo de microorganismos, diferentes a las bacterias, esta agua está siendo contaminada, esto, debido a que organismos como algunos Rotavirus (Trujillo, et al, 1985), además de que puede ser el agua su hábitat natural, también son causantes de enfermedades diarreicas de origen hídrico.

b.- Determinar la frecuencia de géneros bacterianos detectados en diferentes épocas del año.

3.- Crear conciencia en el médico con respecto a la importancia y significado que, en la investigación, representa el disponer de información registrada confiable de éste y otro tipo de padecimientos que afectan a nuestra población.

4.- Cumplir y promover el cumplimiento de lo establecido en la ley general de salud, si realmente nos interesa dar y llevar salud a nuestra población como un derecho constitucional que les asiste.

CAPITULO X

LITERATURA CITADA:

- 1.- Cabo, de la Puente y Catalan (1972). Bacteriología y potabilidad del agua. Aportación de los autores al año internacional del libro. Madrid. España. pp. 268.
- 2.- Crevenna, P. (1983). Enfermedades gastrointestinales. Entrevista. Prescripción Médica. México. EDICOMA, S. A., año 6 N° 62, pp. 1-2.
- 3.- Códificación Sanitaria Mexicana (1981). Reglamento para los análisis de potabilidad de las aguas en la Republica. México. Andrade, S. A., Tomo II, pp. 1065-1095.
- 4.- Centro de Salud "A" (1984). Enfermedades diarréicas en el Municipio de Ensenada. Índice endemico. Ensenada, B. C. (sin número de páginas).
- 5.- Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) 1977. Carta geológica del Ejido Héroes de la Independencia, B. C. México.
- 6.- Gangarosa, J. E. (1976). Prespectivas del problema global de las enfermedades entéricas, 1975. Boletín de la Oficina Panamericana, Vol. LXXX, N° 5. Washington, D. C. pp.397-401.
- 7.- Guinea, J., Sancho, J. y Parés, R. (1979). Análisis microbiológico del agua y aspectos aplicados. Barcelona, España. Omega, S. A., pp. XV+122.
- 8.- Franco Vega, L. (1984). Las enfermedades diarréicas en los niños: lo que todos debemos saber. Cuadernos de Nutrición. Instituto Nacional de Nutrición y las Empresas Industriales Conasupo. México. pp. 38-42.
- 9.- León Fimbres, C. E. (1984). Estudio de comunidad del Ejido Héroes de la Independencia. Ensenada, B. C. (sin número de páginas).
- 10.- Margalef, R. (1980). Ecología. Barcelona, España. Omega, S. A., pp. XV+951.
- 11.- Organización Mundial de la Salud -O.M.S.- (1979). Tasa de incidencia de enfermedades transmisibles en México. Prescripción Médica. México. EDICOMA, S. A., año 2 N° 20, p. 20.

- 12.- Organización Mundial de la Salud -O.M.S.- (1984). Lucha contra las enfermedades diarreicas. Washington, D. C. pp. 15.
- 13.- Rand, M. C., Greenberg, E. A. y Taras, J. M. (1971). Standard methods for the examination of water and wastewater, Washington, D. C. pp. XXXIX+1193.
- 14.- Roche Diagnostic Systems (1984). Enterotube II. Roche Diagnostics Systems. Technical consultation services departament, 11 Franklin avenue, Belleville, New Jersey 07109 (800)631-0160. In New Jersey call (201)751-6100 collect. p. 16.
- 15.- Secretaria de Salubridad y Asistencia -S.S.A.- (1972). Gastroenteritis. Comisión Mixta Coordinadora de Actividades en Salud Pública, Asistencia y Seguridad Social. México. Publicación Técnica Nº 3, pp. 64.
- 16.- Secretaria de Salubridad y Asistencia -S.S.A.- (1984). Panorama epidemiológico de las enfermedades intestinales diarreicas. Contenidos técnicos sobre hidratación oral para la capacitación y actualización del personal de salud. Mexicali, B. C. pp. 12.
- 17.- Trujillo, Hugo, Jaramillo, Carlos, Restrepo, Marcos, Mejia de R., Gloria Isabel, Tulia Zapata, Carmen, Ramirez, Ruth y Betancur, Rosalba (1985). Rotavirus y otros enteropatógenos en la etiología de la diarrea aguda en Medellin, Colombia, 1982. Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana, Washington, D. C. Vol. 98, Nº 3, pp. 251-258.
- 18.- W. Rypka, Eugene, J. Kuhn, Phyllis (1980). The alternative. Technical Consultation Services. Roche Diagnostics. Division of Hoffmann-La Roche Inc. Nutley, New Jersey 07110. p.-B125.